



RISCOS

territorium 29 (I), 2022, 13-22

journal homepage: <https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/>

DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_29-1_2

Artigo científico / Scientific article



DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O RISCO ATRAVÉS DE QUESTÕES PROBLEMA.
UM ESTUDO DE CASO NA EDUCAÇÃO ESCOLAR*

DEVELOPMENT OF SKILLS FOR RISK THROUGH PROBLEM SOLVING.
A CASE STUDY IN SCHOOL EDUCATION

Mário Talaia

Universidade de Aveiro, Departamento de Física
CIDTFF - Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (Portugal)
ORCID 0000-0003-4311-6209 mart@ua.pt

RESUMO

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite, o paradigma da sobrevivência do ser humano face a alteração do ambiente térmico de um ecossistema deve ser valorizado e cabe à escola formar cidadãos para a nova realidade que se avizinha. A escola através de um ensino eficaz, deverá preparar profissionais com atributos fundamentais: coragem, inovação e comunicação. Neste artigo relata-se um estudo de caso, na área da Física Aplicada em termos de risco, realizado numa Escola Superior de Ensino para alunos com uma formação profissional de base. A metodologia aplicada foi alicerçada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas num contexto Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente em que cada questão problema era vivenciada pelos alunos. Esta estratégia de ensino foi avaliada através da aplicação de um questionário. Os resultados obtidos mostraram inequivocamente que a estratégia usada foi eficaz na formação dos alunos.

Palavras-chave: Questão-problema, alterações climáticas, globalização, conhecimento científico, educação para o risco.

ABSTRACT

In the current problem of climate change, in which global warming is accepted, the paradigm of survival of the human being in the face of the changing thermal environment of an ecosystem must be valued, and it is up to schools to train citizens for the new reality that is approaching. Schools should engage in effective teaching to prepare professionals with the key qualities of courage, innovation, and communication. This article reports a case study in the field of applied physics in terms of risk, carried out in a post-secondary education establishment for students with a basic vocational training. The methodology was based on Learning Based on Problem Solving in a Science, Technology, Society, and Environment context in which each problem issue was experienced by the students. This teaching strategy was assessed by applying a questionnaire. The results showed unequivocally that the strategy used was effective in training the students.

Keywords: Problem solving, climate change, globalization, scientific knowledge, risk education.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no V Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 09-09-2020, sujeito a revisão por pares a 21-10-2020 e aceite para publicação em 19-01-2021. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 29 (I), 2022, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O planeta terra tem sido influenciado por ondas de Globalização que geram modificações ambientais, económicas, culturais e educacionais. A Física, como abordagem científica e de ensino, tem um papel muito importante na formação de cidadãos no que toca a avaliação para o risco para a sustentabilidade do planeta.

Os desastres naturais são uma das maiores preocupações ambientais (IPCC, 2020) pois a população tem coabitado de forma assustadora face a fenómenos extremos que de forma assustadora estão a suscitar a vulnerabilidade da estrutura política, cultural, física, social, económica e emocional da sociedade.

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite e suscita o paradigma da sobrevivência face à influência da alteração de um ecossistema devido à sua mudança para fora da sua zona de conforto, cabe à escola formar cidadãos para a nova realidade que se avizinha, inerente à Globalização.

A discussão de ideias sobre a Globalização deve propiciar que a escola prepare cidadãos/alunos para um novo paradigma, pois esperam-se problemas imprevisíveis num desfasamento temporal que deverá ser inferior a uma década. Os alunos, através de um ensino eficaz, deverão ser preparados por instrutores/formadores/professores em três alicerces considerados fundamentais pelo autor: a coragem, a inovação e a comunicação.

De acordo com a informação da ação climática de 30 de janeiro de 2019 das Nações Unidas - Centro Regional de Informação para a Europa Central foram traçados objetivos que passam por: reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados com o clima e as catástrofes naturais em todos os países; integrar medidas relacionadas com alterações climáticas nas políticas, estratégias e planeamentos nacionais; melhorar a educação, aumentar a consciencialização e a capacidade humana e institucional sobre medidas de mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce no que respeita às alterações climáticas; implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC) de mobilizarem, em conjunto, meios financeiros, a partir de 2020 e por variadas fontes, de forma a responder às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações significativas de mitigação e implementação transparente; operacionalizar o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível, promover mecanismos para a criação de capacidades para o planeamento e gestão eficaz no que respeita às alterações climáticas, nos países menos desenvolvidos e pequenos Estados insulares em desenvolvimento, e que tenham um especial enfoque nas mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas;

reconhecer que a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas é o principal fórum internacional, intergovernamental para negociar a resposta global às alterações climáticas (<https://unric.org/pt/objetivo-13-acao-climatica/>).

A Física tem a obrigação de investigar as causas da origem de fenómenos extremos, mitigar consequências e dar voz aos modelos que geram previsões e cenários. Cabe à escola, em particular aos professores, a formação de cidadãos através de um ensino em que a simples aplicação de expressões ou formulas, consideradas redutoras do ponto de vista do autor devido a sua larga experiência de ensino e investigação de dezenas de anos, é substituída por uma vivência dos fenómenos para a interpretação física de questões problema em contexto real, ou seja, se a questão abordar o escoamento de um líquido deve-se conduzir o aluno ou o formando a vivenciar na integra o fenómeno físico e que possa de algum modo colocar-se como referencial ligado ao fluido numa linha de corrente e perspetivar o que acontece a essa linha de corrente durante o escoamento no que concerne a eventuais riscos.

A construção de uma visão crítica para a cidadania, a compreensão dos fenómenos na interação da sociedade com a natureza são desafios que os professores devem valorizar envolvendo os alunos ou formandos numa base de educação para o risco.

O IPCC (2014) evidencia que acontecimentos extremos se tornarão mais intensos e com uma maior frequência aumentado a probabilidade de maiores riscos para a saúde pública e como afirmam Watts *et al.* (2015) os riscos que serão impostos pelas alterações climáticas tanto podem ser ampliados como podem ser modificados por fatores sociais.

Com base nos pressupostos anteriormente referidos este artigo relata um estudo de caso, na área da Física Aplicada (Física em geral e Mecânica de Fluidos) em que todos os conteúdos foram valorizados em termos de potencial de risco, através de um ensino e aprendizagem baseado na resolução de questões problemas em contexto real. As ideias dos alunos ou formandos foram valorizadas na resolução das questões e durante a lecionação foi muito interessante alguns alunos trazerem para o ambiente de sala de aula problemas do quotidiano ou da indústria.

A aplicação da metodologia foi avaliada para interpretar os resultados de opinião dos alunos com o objetivo de melhorar novas praticas pedagógicas.

Enquadramento teórico

Atualmente, o trabalho experimental desenvolvido nas disciplinas de físico-químicas, destaca-se pela sua relevância como estratégia primordial, no âmbito de

um ensino por pesquisa assumindo deste modo novas orientações, exigências e finalidades (Cachapuz *et al.*, 2002). Segundo os mesmos autores, todo o currículo tem por base uma dada perspectiva epistemológica por vezes implícita e outras vezes explícita.

Consequentemente, várias questões se colocam relativamente à forma de o implementar, que estratégias se devem adotar, em que ambientes de aprendizagem deverão decorrer, como devem ser conduzidas as aulas para contribuir para uma indiscutível melhoria da aprendizagem da ciência, e que metodologias e instrumentos se deverá recorrer (Lopes, 2004).

Neste respeito, faz-se uma breve resenha histórica sobre a forma como as atividades experimentais (TE) têm sido implementadas no ensino e as alterações registadas na conceção do ensino e aprendizagem, que decorram e se justificam com base nos diferentes paradigmas didáticos que orientaram o ensino vigente em cada época. No Século XIX, o TE é assumido como parte integrante do ensino (Klainin, 1988), servindo unicamente para a confirmação, verificação e/ou demonstração das teorias previamente apresentadas (Lock, 1998).

Apresentam-se, em linhas gerais, os quatro principais paradigmas de Ensino das Ciências, que têm orientado a atividade experimental: o Ensino Por Transmissão (EPT), o Ensino Por Descoberta (EPD), o Ensino Por Mudança Concetual (EMC) e o Ensino Por Pesquisa (EPP).

O tratamento conjunto da teoria, da atividade experimental e da resolução de problemas é algo essencial uma vez que estes aspetos não surgem separados na atividade científica.

A entrada de Portugal na União Europeia criou grandes oportunidades para o sistema científico. Portugal, a partir de 1986, passou a ter acesso a outras fontes de financiamento e beneficiou de grande intercâmbio científico pela integração e desenvolvimento de novas colaborações internacionais, motivadas pelos programas científicos europeus (<https://www.ffms.pt/publicacoes/grupo-estudos/4102/a-evolucao-da-ciencia-em-portugal-19872016>).

Vieira, *et al.* (2019) mostraram na sua obra a evolução da ciência em Portugal de 1987 a 2016. O estudo descreve uma análise temporal (três décadas) e geográfica (internacional e regional) da ciência produzida em Portugal, com o objetivo de estabelecer pontos de referência do presente e passado para orientar as direções a seguir no futuro. As observações e análises realizadas, derivadas da inventariação da situação de referência do presente e passado ao longo de 30 anos, não só contribuem para informar a sociedade portuguesa, como apontam direções para orientar o futuro debate sobre as orientações das políticas científicas em Portugal.

Afonso *et al.* (s/d) referem que com base na experiência que têm acumulado ao longo de muitos anos de contacto

apresentam algumas respostas não só possíveis como até altamente prováveis a serem aplicadas. Salienta-se a informação “[...] *dos professores podemos ouvir: claro que ensino ciências nas escolas. Temos de cumprir os programas! [...]*”. Os autores salientam que apesar da sua presença constante e da sua reconhecida relevância, as ciências não têm sido devidamente valorizadas no nosso sistema educativo. Entre as várias capacidades cognitivas gerais salientam-se as capacidades investigativas. Estas são capacidades diretamente envolvidas na investigação e no trabalho experimental, como, por exemplo, a observação, a formulação de problemas e de hipóteses, o controlo de variáveis e a previsão de resultados. Salientaram que diversos autores apontam para diversas capacidades investigativas comuns e consensuais em ciências, como a observação, a identificação e o controlo de variáveis, a classificação, a planificação de atividades experimentais, as medições, a formulação de problemas e de hipóteses, a planificação de experiências, o registo, o tratamento e a organização de dados em tabelas e gráficos, a realização de inferências, a comunicação. As capacidades investigativas são um bom indicador da qualidade do trabalho experimental, essencial no Ensino das Ciências.

Uma das conclusões dos autores da obra Afonso *et al.* (s/d) é que o ensino básico das ciências deve ser visto de uma forma integrada. É necessário integrar as mensagens dos documentos (como os programas e as orientações curriculares), os contextos (escola, sala de aula, espaços exteriores à escola), os materiais (de apoio científico e pedagógico para professores e alunos) e os agentes educativos (professores, alunos, pais, comunidade geral). É necessário interligar melhor o «que» e o «como», ligar a teoria e a prática, e relacionar os diferentes tipos de conhecimentos científicos e de capacidades cognitivas.

O Ensino das Ciências, em Portugal, face aos indicadores publicados na literatura da especialidade e à grande experiência do autor como interveniente na formação de professores e na orientação de seminários, de estágios pedagógicos e da prática pedagógica tem mostrado algum desequilíbrio no que diz respeito à relação que deve haver entre teoria e prática, sendo esta também um vetor apontado para insucesso desse ensino e, muitas vezes, para o repúdio por parte de alguns alunos. Não obstante o trabalho prático ser habitualmente considerado benéfico para o Ensino das Ciências, alguns trabalhos de investigação mostram que nem sempre resulta ser tão valioso para a sua aprendizagem. Segundo Hodson (1994), muitas das dificuldades surgem na realização de trabalhos práticos. Os professores só em determinadas ocasiões é que exploram todo o seu autêntico potencial e, por vezes, algumas práticas que são proporcionadas aos alunos estão mal concebidas ou estão confusas (Leite, 2006). Uma das causas para que os objetivos do trabalho experimental no Ensino das Ciências sejam tão díspares

é o facto de que muitas vezes os conteúdos teóricos apareçam separados da atividade experimental realizada. Impõe-se, desde já, clarificar os significados dos termos trabalho prático (TP), trabalho laboratorial (TL), trabalho de campo (TC) e trabalho experimental (TE), explicitados por Hodson (1998). Para o autor, TE é mais geral e inclui toda e qualquer atividade em que os alunos se envolvam ativamente nos seus diversos domínios, cognitivo, afetivo e psicomotor (inclui atividades laboratoriais em sala de aula, trabalhos de campo, manipulação e controle de variáveis, resolução de questões problema, programas informáticos de simulação, pesquisa, entrevistas, etc.). Para o autor, toda a ciência dita experimental na realidade é teórica-experimental e o sucesso está alicerçado se o professor desenvolveu uma banda larga de conhecimento científico e a vivência da atividade experimental que formula ou manipula.

Descrevem-se de forma resumida a evolução das perspetivas de Ensino das Ciências adotadas no decorrer do tempo. No EPT, o professor ocupa um papel central no processo ensino e aprendizagem, como veículo de transferência de um conjunto de conhecimentos/informações, sem qualquer preocupação de os articular (Gil Perez, 1993). Neste modelo, os alunos são apenas recetores cognitivos passivos da informação capazes de a armazenar, acumular e de a reproduzir - visão behaviorista da aprendizagem. É uma perspetiva didática que apenas apela à aprendizagem por repetição como forma de memorização e, conseqüentemente, a avaliação surge como resultado da medição da capacidade de memorização.

O EPD iniciou-se na viragem do Século XIX e usa o trabalho laboratorial como meio para descobrir por si próprio a compreensão da teoria subjacente aos trabalhos que realizavam (Klainin, 1988). É a partir da observação que surge a interpretação, que conduz às conclusões, e estas à generalização que permite corporizar a teoria, pelo que estamos presente um processo indutivo, dado que as generalizações emergem a partir de aspetos particulares, e simultaneamente um processo abstracionista uma vez que é a partir dos factos observáveis que é possível chegar às ideias abstratas, ou seja, aos conceitos. Estas ideias penetraram na sala de aula, originando a pedagogia que Santos (1991) designou por OHERIC (Observação, Hipótese, Experiência, Resultados, Interpretação e Conclusão). Assim, tem-se no Ensino das Ciências, como meta, que o aluno realize senão todas, pelo menos algumas fases das experiências realizadas pelos cientistas, com base no método científico, recorrendo a protocolos previamente elaborados.

O EMC, típico dos anos 80, insere-se nos quadros racionalistas/construtivistas também designados por “nova” Filosofia da Ciência. O sujeito não é um espectador passivo da natureza, mas pelo contrário

tenta responder às questões que esta lhe apresenta, evitando o recurso explícito ou implícito de certezas absolutas. A construção do conhecimento científico nasce da crítica e da reformulação dos seus princípios e postulados. O tradicional “método científico” dá lugar a um método dinâmico, dialético e pouco estruturado. A atividade intelectual do aluno passa por levantar e fazer previsões, procurar respostas, colocar questões, imaginar, investigar e inventar de maneira a desenvolver novas representações que evidenciam coerência (Hodson, 1994). Segundo Valadares (2004), o professor deve fomentar nos alunos que estes sejam: ativos para interagirem com o ambiente e os materiais de aprendizagem que lhes são proporcionados; pesquisadores para explorarem os materiais e o ambiente de aprendizagem que lhes são proporcionados; intencionais procurando espontaneamente e de boa vontade atingir os objetivos cognitivos; dialogantes envolvidos em diálogo uns com os outros e com os professores; reflexivos articulando o que aprenderam e refletindo nos processos e nas decisões tomadas; ampliativos gerando juízos ou asserções, atributos e implicações com base no que aprenderam. Para que tal aconteça, o professor, deverá proporcionar ambientes adequados ao desenvolvimento daquelas competências criando ambientes construtivistas adequados de modo a fomentarem uma boa aprendizagem.

O EPP surge como proposta relevante no ensino e aprendizagem. Face ao crescimento exponencial da informação disponível, os desafios da sociedade do conhecimento passam, sobretudo, por saber pensar para gerir a informação. Apesar de se encontrar centrado no trabalho dos alunos, o EPP exige do professor um papel fundamental, relevante e, por vezes, árduo. Deve, por isso, colocar problemas cuja relevância seja reconhecida pelos alunos, proporcionando-lhes atividades suscetíveis de pôr à prova as suas suposições, procurando sempre conhecer e ter em conta os seus pontos de vista. Assim, deve promover-se a reflexão crítica dos alunos durante as suas atividades, a análise do que dizem e fazem, bem como a análise do que dizem e fazem os seus colegas, potenciando a construção cooperativa do conhecimento, através da negociação social e a coresponsabilização dos alunos pelas suas próprias aprendizagens.

A abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) deve ser sempre considerada pelo instrutor/professor. Cabe à escola a responsabilidade de habilitar os cidadãos de dialogarem de uma forma consciente, persistente, transdisciplinar, pluralista e aberta, uma vez que a democracia segundo Morin (1999) supõe e alimenta a diversidade dos interesses, assim como a diversidade das ideias e de opiniões que lhe conferem vitalidade e produtividade. Ser cientificamente culto é, segundo Hodson (1998), um conceito multidimensional na medida em que visa desenvolver uma educação segundo três

vertentes a saber: “Aprender Ciência - refere-se à dimensão conceptual do currículo, o conhecimento em si (conceitos, leis, princípios, teorias)”, “Aprender Sobre a Ciência - tem como objeto de estudo a natureza da própria ciência, ou seja, aspetos metacientíficos. Esta dimensão questiona o estatuto e os propósitos do conhecimento científico, a compreensão da natureza e métodos da ciência, evolução e história do seu desenvolvimento bem como uma atitude de abertura e interesse pelas relações complexas entre a Ciência Tecnologia e Sociedade” e “*Aprender a fazer Ciência - refere-se ao desenvolvimento de competências para o desenvolvimento de percursos de pesquisa e de resolução de problemas*”.

Na área da Educação da Ciência aplica-se a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). Como já referido, o instrutor/professor deve desenvolver uma “banda larga de conhecimento científico” para implementar no ensino e aprendizagem a vivência de casos reais e em que a teoria/fórmulas/expressões devem ser vivenciadas pelos alunos. Só assim há uma aprendizagem alicerçada na ligação coerente entre a teoria e a prática em contextos reais, virada para a educação do risco.

Os problemas nascidos do contexto real constituem um meio privilegiado de aprendizagem, pois é neste contexto que a situação de aprendizagem surge e que se torna possível a relação entre as diferentes informações e, também, se criam as condições para a estruturação e organização de novos conhecimentos (Smith, 1992). Os contextos reais fomentam a curiosidade natural dos alunos, motivando-os mais na procura de informação necessária à sua resolução dos problemas e permitem-lhes ver a aplicabilidade dos conhecimentos que se traduz numa aprendizagem de elevado nível de relevância e, por isso mesmo, mais efetiva (Brincones, 1999). Uma das características fundamentais na resolução de problemas é a necessidade de utilização de algum tipo de raciocínio dedutivo, indutivo ou por analogia, que permita ao resolvidor transpor o obstáculo identificado.

Na literatura da especialidade há várias propostas para a resolução de problemas. Por exemplo, Ruiz (1991) propõe que a resolução de problemas se efetue em seis etapas:

- 1ª Etapa: identificação do problema;
- 2ª Etapa: representação do problema (compreender o que é necessário ultrapassar);
- 3ª Etapa: planificação da solução (escolher um método para ultrapassar o problema);
- 4ª Etapa: implementação do plano;
- 5ª Etapa: avaliação da solução;
- 6ª Etapa: consolidação das aprendizagens resultantes da resolução do problema.

O autor considera que a resolução de exercícios é redutora e invalida o raciocínio lógico. Neste caso o aluno procura fórmulas, muitas vezes não válidas no contexto, procura as variáveis a substituir e apresenta um resultado, muitas vezes fora da realidade e da dimensão da variável procurada. Para muitos alunos, um ensino através da resolução de exercícios é o escolhido pois favorece a preguiça, anula o raciocínio e a interpretação do resultado. Não ligam as unidades das variáveis no domínio da análise dimensional e consideram que, se a avaliação obtida não corresponde ao que esperavam, devem passar a reclamar através de um raciocínio de repetição. É o que o autor denomina de ensino robot em que o aluno se apresenta programado para realizar trabalhos de maneira automática como se fosse pré-programado.

Se considerarmos a metodologia apresentada para a resolução de problemas, o uso de algoritmos só por si não é suficiente para resolver o problema (Frank *et al.*, 1987). Pelo contrário, na resolução de exercícios exige-se apenas, em geral, identificar, relembrar e operacionalizar corretamente algoritmos previamente memorizados, com base em “exercícios tipo” previamente apresentados nas aulas. Para o autor, trata-se de um ensino de preguiça de facilitismo que descarta o desenvolvimento de raciocínio reflexivo e crítico. Há quem se alicerce em pensamento crítico, mas a verdade é que pensamento crítico está implícito na ABRP e ter ou vender apenas pensamento crítico sem domínio científico não tem valor.

Os alunos têm dificuldades em construir raciocínios, em virtude de não saberem pensar por si acerca das situações concretas com que se deparam. Brincones (1999) corrobora esta posição, no sentido em que as estratégias utilizadas na resolução de problemas requerem a reestruturação e o raciocínio complexo, através do qual os alunos constroem o seu próprio conhecimento e constituem um instrumento de metacognição. A resolução de (autênticos) problemas (*problem solving*) envolvem “transferência” de conhecimentos para situações com algo de novo. Os alunos não estão habituados a esta metodologia que, em geral, consideram difícil, mas antes a um ensino transmissivo. A maioria dos alunos prefere que lhes sejam ensinadas técnicas que lhes proporcionem um modo rápido e quase automático de resposta, sem que para tanto seja necessário desenvolver um longo e estruturado raciocínio, recorrendo apenas aos elementos que foram objeto de memorização.

O professor deverá ser um promotor de debates sobre as situações problema do quotidiano, sobre situações clarificadoras de valores, estimulando o envolvimento dos alunos. Cabe-lhe a função de problematizar os saberes, organizar os processos de partilha, promover a interação e reflexão crítica. Também, o professor pode sentir dificuldades

em esclarecer todos os alunos e em gerir atividades diversas a ritmos diferentes que, caso não consiga controlar, poderá criar um ambiente quase caótico na sala de aula (Lambos, 2004), por isso a necessidade de ter desenvolvido uma banda larga de conhecimento científico.

Nos Fóruns de Ciência realizados na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Talaia (2004; 2005) mostrou a importância da preparação e do planeamento de trabalhos experimentais, baseados numa banda larga de conhecimento científico em que a formação educativa para os eventuais riscos, quer de instalação quer de aquisição de dados devem ser valorizados através da teoria da propagação do erro. O autor mostrou, ainda, que o conhecimento científico de equipamento simples permite adotar estratégias de calibração de equipamento para a segurança e para evitar eventual risco, como sensores analógicos ou digitais de controlo com limites de segurança.

Com base nos pressupostos referidos no enquadramento teórico apresentam-se a seguir os materiais e os métodos que se adotaram para despertar o ensino para a educação do risco, valorizando a aplicação de questões problemáticas para a ligação entre a teoria e a prática, em que as ideias dos alunos para uma solução convergente passou sempre por uma discussão da vivência da questão e pela salvaguarda de risco através de estratégias de prevenção, ou seja, trabalharam-se os conteúdos para o risco sempre que foi adequado e oportuno.

Materiais e Métodos

O estudo que se apresenta foi realizado em sala de aula e utilizou a metodologia de ensino denominada de investigação-ação, de carácter empírico, recorrendo a uma metodologia mista, onde foram utilizados métodos quantitativos e métodos qualitativos de recolha de dados. A atividade física foi considerada sedentária por ser em sala de aula na escola.

O registo de dados decorreu num ambiente de sala de aula durante um semestre de aulas, tendo participado 46 alunos, na área da Física Aplicada em termos de risco (um programa para 60h, onde foram abordados temas como cálculo vetorial, estática, cinemática, dinâmica, movimento circular, trabalho e energia), realizado na Escola Superior de Ensino de Águeda, distrito de Aveiro, para alunos com uma formação profissional de base.

A amostra de 46 alunos (45 do género masculino e 1 do género feminino) com uma média de idades de 21,5 anos mostrou ter um desvio padrão de 5,9. A mediana indicou um valor de 19 anos de idade.

O ensino foi alicerçado na ABRP (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas) em que cada questão ou exercício era tornada como um caso real e assim

vivenciada pelos alunos através da visualização mental e de um raciocínio desenvolvido passo a passo no quadro de aula num referencial a três dimensões. No quadro de parede eram escritas as fórmulas básicas que eram chamadas primitivas e, a partir delas, eram formuladas as expressões para encontrar o algoritmo da solução da questão problema. Os alunos, num ambiente aberto em que cada um contribuía, vivenciavam a questão através da discussão de ponto de vista valorizando todas as ideias. Um raciocínio crítico era o alicerce da resolução da questão problema. Ao instrutor/formador/professor cabia a responsabilidade de escrita no quadro de parede após sugestões de alunos, usando canetas de várias cores para a construção do conhecimento científico e para salientar a diferença entre o acessório e o essencial. Neste contexto, os alunos mostravam coragem de apresentar à turma a sua ideia e solução, discutia-se se havia inovação no critério apresentado e a comunicação tornava-se a raiz da sabedoria. Se necessário, o aluno deslocava-se ao quadro de parede e esboçava a sua ideia de solução que seria depois discutida por todos.

Esta estratégia de ensino foi avaliada através da aplicação de um questionário que incluía questões fechadas e abertas.

Uma vez definidas as técnicas de recolha de dados mais adequadas, foi construído um questionário com questões abertas. De acordo com Vilelas (2009), as questões abertas têm a vantagem de registarem, não só mais informação, mas também informação mais rica e pormenorizada, além de inesperada e, ainda, maior liberdade de resposta e menor influência do inquiridor.

O método qualitativo relacionou a arte de ensinar, apresentação de conteúdo e reflexão acerca do ensino e aprendizagem. O método quantitativo teve por base a coleção questões diretas de resposta sim ou não. De um modo geral, estes métodos (quantitativo e qualitativo) complementam-se.

Os resultados obtidos foram interpretados e houve na última aula uma discussão aberta, entre alunos e professor, dos resultados para enriquecimento das estratégias a implementar em novos cenários, como por exemplo a do ensino e aprendizagem sobre a temática da educação para o risco.

Resultados e discussão

As questões fechadas Q1, Q2, Q3 e Q5 do questionário nomeadamente “O método aplicado usou o quadro de parede, a caneta, o apagador, a linguagem e PowerPoint. Concorda com a estratégia”; “O professor colocava, antes das aulas, no moodle (plataforma) os PowerPoint para o aluno acompanhar a aula passo a passo e acrescentar informações complementares. Concorda com esta abordagem?”; “O método aplicado valorizou a resolução a partir do uso Questões Problema.

Concorda com esta abordagem?"; "A partir das ideias de alunos, o professor escrevia a resolução no quadro e raciocinava sobre vários caminhos de encontrar a solução, valorizando a escolha do melhor referencial. Concorda com esta abordagem?" registaram respostas positivas de 100,0%, como seria esperado.

As questões fechadas e abertas Q6, Q7 e Q8 do questionário nomeadamente "O professor gerava as ferramentas ou fórmulas bases para a resolução para as Questões Problema no quadro. Raciocinava-se em conjunto com os alunos acerca da aplicação e limitação das ferramentas. Concorda com esta estratégia? Sim ou Não, Justifique a sua resposta"; "O professor valorizava mais a interpretação física da resolução da Questão Problema face aos cálculos. Concorda com esta estratégia? Sim ou Não, Justifique a sua resposta"; "O professor valorizava que o aluno estivesse presente na aula, a vivência da Questão Problema, a interpretação física e a atenção. Concorda com esta estratégia? Sim ou Não, Justifique a sua resposta" registaram respostas positivas de 97,8%. Os alunos registaram as seguintes opiniões para a Q6: "o professor mostra o caminho para a resolução passo a passo"; "o professor raciocinava em conjunto com os alunos e assim era possível retirar dúvidas aos alunos"; "o professor empenha-se em apresentar vários tipos de raciocínio"; "o professor sempre que algum aluno intervinha dava oportunidade para que esse aluno chegasse ao raciocínio, o raciocinar implica melhor aprendizagem e chega-se mais facilmente a resolução do problema"; "a estratégia faz compreender melhor os conteúdos e sua aplicação, o professor explica por diferentes fórmulas e/ou caminhos e todos os alunos participam na resolução dos problemas gerando perguntas e discussão entre o grupo". Para a Q7: "ao saber raciocinar um problema sem cálculos torna-se mais fácil para a resolução de problemas similares e é útil pois orienta para uma melhor aprendizagem"; "a formulação das equações para a solução é a base, não as contas, estas são apenas um resultado, ou seja, quem interpretar bem a física percebe o exercício"; "permite a resolução dos exercícios em causa, e outros com diferentes variáveis do problema. Cálculos é matemática"; "o professor valoriza o raciocínio face aos problemas, tinha uma forma de ver o problema diferente o que nos permitia ter noção simplificada do problema"; "o entendimento do problema é muito mais importante para a aprendizagem pois a física não é simplesmente matemática"; "não há dúvida que é a interpretação que leva ao resultado do problema, apesar de os cálculos serem importantes, é o raciocínio que mostra se o aluno está a perceber; Para a Q8: "a turma é obrigada a estar mais atenta e o aluno deve estar presente na aula"; "vivenciar a questão problema ajuda ao raciocínio e as aulas são

muito importantes para a aprendizagem. O professor procurava que os alunos interagissem ao máximo durante as aulas"; "os alunos têm de se ser assíduos e pontuais para acompanhar a matéria desde o início pois o professor explicava cada detalhe e tirava todas as dúvidas"; "quando um aluno estava desatento a fazer outras coisas ou a conversar perturbando a aula, o professor convidava-o a sair da sala de aula ou a mudar de atitude. Fora da aula não se tem a mesma oportunidade em raciocinar"; "São fatores importantes para o ensino pois prepara o aluno para novos desafios, ajuda a perceber a matéria, a não decorar e estar presente nas aulas para tirar dúvidas"; "não usar nas aulas o PowerPoint em papel implica perda de tempo ao ler mais tarde pois não se acompanhou a resolução passa a passo e as dicas de raciocínio".

A questão fechada e aberta Q4 "Usar exercícios (aplicação direta de fórmulas descartando o raciocínio) era para mim mais interessante. Sim ou Não, Justifique a sua resposta" registou 30,4% de respostas positivas. Este resultado era esperado pois os alunos sendo procedentes de cursos técnicos profissionais não estavam habituados a desenvolver raciocínio. São muito interessantes os comentários de alguns alunos que responderam negativamente: "o raciocínio com aplicação de diferentes fórmulas origina estudo mais eficiente"; "é interessante pois faz-se pensar em simultâneo com o professor e o raciocínio ajuda a perceber melhor o problema obrigando o aluno a raciocinar"; "é mais fácil perceber todos os passos e os alunos interagem com o professor, pois não são só exercícios mas também a teoria a ser envolvida"; "só a aplicação de fórmulas não facilita o raciocínio pois aplicar apenas fórmulas é redutor"; "formular equações na resolução do problema permite saber a razão da aplicação e simplifica as coisas pois faltam bases"; "é mais interessante a forma a perceber a matéria pois o raciocínio permite um trabalho mental"; "exercícios são mais fáceis, mas menos interessantes para a aprendizagem".

A questão aberta Q9 "Indique sugestões para melhorar a adoção de estratégias de ensino" permitiu registar as seguintes afirmações: "melhor não há, apenas deveria haver uma carga horária maior"; "era bom ter mais tempo para a resolução dos problemas pois assim seria mais fácil o estudo".

As restantes questões abertas conduziram ao registo do tipo de género que conduziu a 98% do género masculino, uma média de idades de 21,5 anos e ao curso de formação, através da candidatura TESP, ou seja, titulares de um curso de ensino secundário ou de uma habilitação legalmente equivalente, os titulares de um diploma de especialização tecnológica ou de um diploma de técnico superior profissional.

Estudo de caso qualitativo face à pandemia do COVID-19 - mudança de ensino presencial para ensino à distância

20

A partir de fevereiro do corrente ano, ano letivo 2019/2020, as atividades letivas, para a unidade curricular Mecânica de Fluidos, foram adaptadas a uma nova realidade de ensino condicionada por uma pandemia provocada por um tipo de coronavírus - COVID-19. O autor não ficou preocupado pois já anteriormente defendia e sugeria aos alunos que desenvolvessem a arte de cultivar coragem, inovação e comunicação. Dada a temática de lecionação incluir a problemática de riscos, nomeadamente inundações, arrasto de sedimentos, segurança de instalações de transporte de fluidos, estabilidade de corpos em movimento e outros, e os alunos estarem no último ano do curso de licenciatura em engenharia técnica alguns dos quais já na indústria, foi possível em cada aula alicerçar os conteúdos em questões problema para a mitigação de riscos e sua prevenção.

Os impactos da pandemia nas atividades escolares mostraram preocupações na comunidade académica face aos resultados do ano corrente e do próximo ano letivo. De facto, persistia uma grande incerteza quanto ao modelo a implementar e é sabido que o confinamento imposto pela COVID-19 gerou em grande parte dos profissionais do ensino alguma angústia pois estavam a ter um desafio imprevisto, o Ensino à Distância. Neste novo paradigma há dúvidas sobre a qualidade do processo ensino e aprendizagem e no modelo a adotar. Uma das dificuldades centra-se na questão das avaliações. O professor deve ter coragem para inovar e fomentar uma comunicação ligante. É verdade que o Ensino à Distância obrigou (obriga) a um aumento substancial de trabalho de modo a realizar aulas motivadores para o ensino e aprendizagem.

Independentemente do tipo de ensino a ser adotado para o próximo ano letivo, os profissionais de ensino devem estar cabalmente preparados para os desafios de aulas à distância e/ou aulas presenciais. Para o autor, são as aulas práticas de laboratório as que suscitam maior preocupação.

Foi durante o segundo semestre do ano letivo 2019/20 que a pandemia alterou o paradigma das aulas presenciais e permitiu avaliar o método adotado pelo autor no 1.º semestre.

O estudo de caso que se partilha refere-se à unidade curricular Mecânica de Fluidos com os conteúdos programáticos: hidrostática, hidrodinâmica, perdas de carga, projeto de uma instalação industrial e seleção de uma bomba centrífuga, do curso de licenciatura em engenharia.

A unidade curricular teve apenas 4 semanas (16h) de aulas presenciais. As restantes aulas assim como as avaliações foram realizadas à distância, usando como ferramenta tecnológica o zoom-colibri, a plataforma moodle, o telefone e o correio eletrónico. Os dezoito alunos inscritos assistiram a todas as aulas à distância.

Na primeira aula presencial foram apresentadas as metodologias a serem implementadas. Uma Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), aulas centradas nos alunos, valorização das ideias dos alunos, resolução de questões colocadas por alunos, aplicações na indústria foram alicerces considerados. A metodologia procurava que a turma trabalhasse como um todo e esperava-se que os resultados seriam positivos como reflexo do empenho no trabalho. Documentos em PowerPoint foram disponibilizados antes das aulas para os alunos visionarem e fazerem as suas anotações durante as secções das aulas. Bibliografia pertinente foi considerada, com base em duas obras de referência.

Após diálogo entre alunos e professor, dúvidas foram tiradas e os alunos assumiram o desafio. Interessante é que, na apresentação de cada um, se tenha verificado que alguns estavam ligados à indústria e que tinham dificuldades de controlo de fluidos ficando na expectativa da contribuição da unidade curricular, como mais-valia, na sua formação e na prevenção e educação para o risco.

As aulas presenciais decorreram com grande entusiasmo sendo o raciocínio refletivo o alicerce para a construção de algoritmos no quadro de parede. Alguns alunos colocaram questões problema da indústria que mereceram a atenção de todos na procura da solução.

Após o início das aulas à distância, houve necessidade imediata de dinamizar e implementar novos desafios. Folhas dos conteúdos foram elaboradas, relatando o conteúdo passo a passo para os alunos vivenciarem antes e durante as aulas via zoom-colibri. Toda a turma esteve sempre presente nas aulas à distância e havia o cuidado de registarem as soluções de dúvidas e/ou alternativas de solução. Em imensas aulas alguns alunos, por livre iniciativa, continuaram a fazer aprendizagem, após o final do tempo definido para a aula.

Os resultados da turma registaram 100% de aprovações e as notas finais variaram entre 10 e 18 valores, com uma média de 15,3 valores e um erro padrão de 2,5 valores.

Os alunos, no final da unidade curricular, deram parecer acerca do modo como decorreu a lecionação e que sugestões indicariam para um novo desafio. Estes registaram uma média de (15,6±3,0) valores.

As contribuições que alunos emitiram e que são reproduzidas a seguir foram enviadas para três diretores (do curso da licenciatura em engenharia, da escola ESTGA - Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda e do departamento de Física da Universidade de Aveiro) como alicerce de discussão para futuras metodologias a serem implementadas. Cada diretor apreciou o relatório de informação partilhado acerca das metodologias implementadas e dos resultados obtidos.

Descrevem-se algumas reflexões de alunos sobre o professor e unidade curricular:

- “[...] a forma como a unidade curricular foi lecionada envolveu os alunos na procura da solução das questões problemas envolvendo sempre a educação para o risco”;
- “[...] elaboração de apontamentos claros, passo a passo, na aplicação e explicação da utilização de modelos teóricos, matemáticos, físicos para a resolução pormenorizada das questões problema, facilitou o ensino e aprendizagem à distância”;
- “[...] a importância de serem usados exemplos práticos do quotidiano e valorizou a educação para o risco na física de fluidos”;
- “[...] a maneira de gerar um fio condutor de ensino e aprendizagem com base de ligação entre a teoria e a prática”;
- “[...] a capacidade de responder valorizando as ideias dos alunos na construção do conhecimento”;
- “... a capacidade de adequar o ensino presencial para o ensino à distância”;
- “[...] a capacidade de fazer alunos raciocinar na construção do conhecimento”;
- “... assimilação dos ensinamentos de forma prática e eficaz, valorizou a educação para o risco”;
- “[...] apoio constante na resolução de dúvidas para a interpretação física e dimensionamento de instalações de rede de escoamento de fluidos e escolha de bombas centrífugas”;
- “[...] transformar o difícil ou complexo em simples através da aplicação das leis físicas num raciocínio de banda larga para evitar eventuais riscos”;
- “[...] desenvolvimento de banda larga de conhecimento científico e ver cenários de aplicação reais”;
- “[...] o ensino e aprendizagem vivenciado é motivador”;
- “[...] aconselhar alunos a serem como um referencial inercial ligado a uma linha de corrente do fluido e interpretar o que acontece à energia de posição, de pressão e cinética na resolução da questão problema”;
- “... na vivência da questão problema os conteúdos foram absorvidos e não injetados”;
- “[...] usar exemplos de casos da indústria, do quotidiano valorizando cenários de risco é muito importante”;
- “[...] proporcionar um excelente ambiente para o ensino e aprendizagem”;
- “[...] partilhar experiências vivenciadas pelo professor em contacto real na indústria”;
- “[...] adotado um método de avaliação de acordo com as exigências e objetivos da unidade curricular”;
- “[...] usar no ensino e aprendizagem questões problema e poder explorar de diferentes maneiras a resolução acaba por ser um processo dinâmico e interativo na construção do conhecimento científico valorizando, sempre que oportuno, a educação para o risco”;
- “[...] disponibilizar apontamentos e questões problema solucionadas, passo a passo, antes da aula é determinante para a aprendizagem pois o aluno prepara a aula e durante a mesma tira eventuais dúvidas”;
- “[...] as questões problema facilitam a aprendizagem ao raciocínio face a exercícios.

Considerações finais

Este estudo mostrou que é possível transformar exercícios em verdadeiras questões problema que alertam para riscos na tomada de decisões e favorecem a construção do conhecimento científico. De facto, os intervenientes, alunos e professor, discutiram cenários e estratégias de prevenção de riscos em contexto do quotidiano favorecendo o raciocínio reflexivo. A metodologia adotada, baseada na aplicação da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas num contexto Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente permitiu a motivação dos alunos, vivenciando através do raciocínio a importância entre a Teoria, a Prática e Riscos.

Os resultados obtidos mostraram que, quer qualitativamente, quer quantitativamente eram os esperados. As questões abertas permitiram conhecer as opiniões dos alunos que serão um bom alicerce para melhorar uma nova aplicação da estratégia.

A questão fechada e aberta Q4, “Usar exercícios (aplicação direta de fórmulas descartando o raciocínio) era para o autor mais interessante. Sim ou Não, Justifique a sua resposta”, mostrou que as informações dos alunos devem ser valorizadas em novas aplicações da estratégia. Na realidade ter-se-á de assumir que os alunos preferem exercícios (cerca de 69,6%) que sejam solucionados através de fórmulas e uma substituição direta de variáveis eliminando o raciocínio. O autor defende que exercícios sugerem ensino redutor pelo que a ABRP obriga ao professor ter uma banda larga de conhecimento científico. Uma contribuição complementar, numa turma, foi realizada com a adoção da mesma estratégia e com a dificuldade da pandemia do COVID-19.

As contribuições aqui registadas de alunos são um espólio muito interessante e rico que dá imensa informação para melhorar as práticas letivas, quer sejam aulas presenciais, quer sejam aulas à distância.

Como consideração final, é bom realçar que um ensino baseado na ABRP num contexto CTS e o paradigma atual na discussão de ideias face à Globalização devem fomentar que a escola prepare alunos em contextos reais com visão de risco, pois espera-se problemas num desfasamento temporal inferior a uma década. Os alunos deverão ser preparados em três bases fundamentais, a coragem, a inovação e a comunicação. Só um instrutor/formador/professor com estas três bases fundamentais bem enraizadas e com uma base poderosa de conhecimento

científico poderá inculcar no coração do formando a nova visão de cidadania, ou seja, o ser humano não deverá permitir ser robotizado pelo sistema envolvente.

Agradecimento

22

O autor agradece a participação de Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. no âmbito do projeto UIDB/00194/2020.

Referências bibliográficas

- Afonso, M., Alveirinho, D., Tomás, H., Calado, S., Ferreira, S., Silva, P. e Alves, V. (s/d). *Que ciência se aprende na escola? Uma avaliação do grau de exigência no ensino básico em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos. Guide - Artes Gráficas, Lda.
- Brincones, I. (1999). *El uso de la estrategia de resolución de problemas por alumnos de educación secundaria*. Aspectos Didácticos de Física y Química (Física). Universidade de Zaragoza: I C E.
- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências. *Temas de investigação 26*. Ministério de Educação.
- Frank, D. V., Baker, C. A. and Herron, J. D. (1987). Should students always use algorithms to solve problems? *Journal of Chemical education*, 64(6), 514-515.
- Gil Perez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como Investigación. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hodson, D. (1998). *Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the School curriculum*. Curriculum Studies.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. and White, L.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 p.
- IPCC (2020). Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, Skea, J., Calvo, E., Buendia, Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M., Malley, J. (eds.)].
- Ullain, P. (1988). Practical work and science education. In Fensham, P. (Ed). *Development and dilemmas in science education*. Londres: Falmer Press, 169-188.
- Lambos, A. (2004). *Problem - Based Learning in Middle and High School Classrooms*. California: Corwin Press.
- Leite, L. (2006). Da complexidade das atividades laboratoriais à sua simplificação pelos manuais escolares e às consequências para o ensino e a aprendizagem das ciências. *Atas dos XIX Congreso de ENCIGA (CD-ROM)*. Póvoa de Varzim: Escola Secundária Eça de Queiroz.
- Lock, R. (1998). A history of practical work in school science and assessment, 1860-1986. *School Science Review*, 70 (250), 115-119.
- Lopes, J.B (2004). *Aprender a ensinar Física*. Fundação Calouste Gulbenkian. Fundação para a Ciência e a Tecnologia.
- Morin, E. (1999). *Os Sete Saberes Para a Educação do Futuro*. Instituto Piaget Horizontes Pedagógicos.
- Ruiz, J. (1991). La Metodología de Resolución de Problemas y el Desarrollo Cognitivo: Uno Punto de Vista Postpiagetiano. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 78-82.
- Santos, M.E. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Smith, F. (1992). *To think: In Language, Learning an Education*. London: Routledge.
- Talaia, M. A. R. (2004). *Mudança Global - Uma Unidade Temática Privilegiada*, Fórum Ciência, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 18 e 19 outubro, 19 p.
- Talaia, M. A. R. (2005). *O Trabalho Laboratorial na Formação de Cidadãos com uma Atitude Científica*, Tema II - O Conhecimento Científico e Desenvolvimento, Actas do 2º Fórum Ciência, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 17 e 18 outubro, 26 p.
- Valadares, J. (2004). Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências. Texto apresentado no Encontro "O Ensino das Ciências no âmbito dos Novos Programas", 4 de maio: FEUP - Porto.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação: O processo de construção do conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Vieira, E., Mesquita, J., Silva, J., Vasconcelos, R., Torres, J., Bugla, S., Silva, F., Serrão, E. e Ferrand, N. (2019). A evolução da ciência em Portugal: (1987-2016). Coleção Estudos da Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.
- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, A., Byass, P., Cai, W., Chaytor, S., Costello, A. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*, 386, 1861-1914.